



PN - JP61285424 A 19861216

PD - 1986-12-16

PR - JP19850128983 19850613

OPD - 1985-06-13

TI - OPTICAL BEAM DEFLECTOR

IN - ADACHI HIDEO

PA - OLYMPUS OPTICAL CO

IC - G02B26/10

CT - JP52116252 A [ ]; JP48074245 A [ ]

• PAJ / JPO

PN - JP61285424 A 19861216

PD - 1986-12-16

AP - JP19850128983 19850613

IN - ADACHI HIDEO

PA - OLYMPUS OPTICAL CO LTD

TI - OPTICAL BEAM DEFLECTOR

AB - PURPOSE: To obtain a comparatively large displaced variable quantity by fixing respective base ends of bimorph type piezo-electric elements on a base board so that respective terminals are displaced in the contacting/separating direction with/from the base board and supporting a reflection mirror to reflect an optical beam by the mirror.

- CONSTITUTION: Three projection parts 11-13 are formed on one side surface of the cylindrical base board 10 having 15mm inner diameter and 25mm outer diameter and made of metal such as SUS and titanium. Respective base ends of the bimorph type piezo-electric elements 21-23 are fixed on the projection parts 11-13 with a bonding agent. The elements 21-23 are shaped like circular arcs and respective leading ends are extended in the circumferential direction of the base board 10 so as to be displaced. One electrode plate of the elements 21-23 is connected to terminals 41-43 through lead wires 31-33 and the other electrode plate is connected to the conductive part of the base board. The conductive part is connected to a terminal through a lead wire 34 and three corner parts 51-53 of an optical beam reflecting mirror 50 shaped like a regular triangle are supported by the respective leading end parts of the elements 21-23 through flexible members.

I - G02B26/10

Best Available Copy

## ⑪ 公開特許公報 (A)

昭61-285424

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

G 02 B 26/10

識別記号

101

庁内整理番号

7348-2H

⑩公開 昭和61年(1986)12月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 5 頁)

⑪発明の名称 光ビーム偏向器

⑩特願 昭60-128983

⑩出願 昭60(1985)6月13日

⑪発明者 安達 日出夫 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業  
株式会社内

⑩出願人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑪代理人 弁理士 坪井 淳 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

光ビーム偏向器

## 2. 特許請求の範囲

基台と、この基台上に各基端を固定されそれぞれの先端が前記基台に対して接觸する方向へ変位可能な如く設けられたバイモルフ型圧電素子と、これらのバイモルフ型圧電素子の各先端により支持され光ビームを反射する如く設けられた反射ミラーとからなる圧電式アクチュエータを備えたことを特徴とする光ビーム偏向器。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明はレーザ光等の光ビームを所定角度に偏光する光ビーム偏向器に関し、特に反射ミラーの角度を駆動制御するアクチュエータの改良に関するもの。

## (従来の技術)

L.S.などの微細パターンのレーザ検査装置、レーザ文字描画装置、レーザ顕微鏡等に用いられる

る光ビーム偏向器においては、レーザ光ビームをX-Y方向に走査するスキャナを必要とする。このスキャナにおける反射ミラーを駆動制御するアクチュエータとして、圧電素子を利用した圧電式アクチュエータが研究されている。

第3図はこれまでに研究開発された従来の圧電式アクチュエータの一例を示す斜視図である。第3図において1は基台であり、この基台1上には4個の積層型圧電素子2a~2dが正四角形の各コーナ部に位置するように配置されている。これらの積層型圧電素子2a~2dの各上端には、反射ミラー3の四脚3a~3dの各先端部が結合されている。

上記構成の圧電式アクチュエータにおいては、積層型圧電素子2aと2cに電圧を印加しない状態において、積層型圧電素子2bと2dに極性が反対の電圧を同時に印加すると、反射ミラー3はX軸を中心に回動する。また上記とは逆に積層型圧電素子2bと2dに電圧を印加しない状態において、積層型圧電素子2aと2cに極性が反対の

電圧を印加すると、反射ミラー3はY軸を中心に回動する。かくして積層型圧電素子2a～2dに印加する電圧を適宜制御し、積層型圧電素子2a～2dの上端を矢印で示すように上下方向に伸縮動作させて反射ミラー3の角度を順次変更制御することにより、反射ミラー3によってレーザ光の偏向が行われ、X-Y走査が行なわれることになる。なお積層型圧電素子2a～2dは強誘電体であるジルコンチタン酸鉛(PZT)にて形成されているため、いわゆるヒステリシス特性を有している。このため上記圧電式アクチュエータを実用に供する場合には、高精度な位置センサと共にクローズド・ループ・システムを構成し、上記センサーからの信号に基いてヒステリシスの影響が生じないように、印加する電圧の大きさを制御する必要がある。上記ヒステリシスの問題を解決する手段として、積層型圧電素子2a～2dの代りにヒステリシス特性を有していない電気素子を用いることが考えられる。しかし第4図のA、B曲線に示すように、電気素子は圧電素子に比べて温度

特性が著しく悪い。このため格別の温度補償手段を設けなければならず、実用には供し難い。

(発明が解決しようとする問題点)

前記した圧電式アクチュエータによれば、他の型式のアクチュエータに比べ、①高速度応答が可能である、②ランダムスキャンが容易に行なえる、③構造が小型で軽量なものとなる、等の長所がある。しかしながら次のような解決すべき問題があった。

(1) 積層型圧電素子2a～2dは500 [V<sub>e-p</sub>]、100 [Hz] の電圧を印加したとき、5.6 [m. rad] 程度の偏向角が得られるだけであり、偏向角が比較的小さいという欠点がある。すなわち第5図のC、D線にて示すように、一般に積層型圧電素子はバイモルフ型圧電素子に比べて印加電圧に対する変位量が小さい。なお第4図の特性はクローズド・ループでヒステリシスを補償した場合のものである。

(2) 積層型圧電素子が発生する変位力はバイモルフ型圧電素子等に比べて非常に大きい。しかる

に駆動対象は比較的軽量な反射ミラー3である。したがって、それほど大きな変位力は必要でない。積層型圧電素子は駆動対象が大きなトルクを必要とするものである場合、例えばX-Yステージなどである場合のアクチュエータ用としては適しているといえるが、光ビームスキャナのアクチュエータ用としては、変位力が過大過ぎて適当ではない。つまり、積層型圧電素子の特性を有効に利用しているとは言いがたく、無駄が大きいという問題がある。

(3) 積層型圧電素子2a～2dは薄い圧電セラミックスを多枚積層する工程、積層された圧電セラミックスをリード線により並列接続する工程、等の煩雑な工程を必要としているので、コスト高になるという難点がある。

そこで本発明は、大きな偏向角が得られ、無駄のない駆動制御を行ない得、しかも低コストで製作可能な圧電式アクチュエータを備えた光ビーム偏向器を提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明は上記問題点を解決し目的を達成するために次の如き手段を講じたことを特徴としている。すなわち本発明の光ビーム偏向器は、基台上にバイモルフ型圧電素子の各基端を固定し、これらのバイモルフ型圧電素子の各先端が前記基台に対して接觸する方向へ変位可能な如く設け、これらのバイモルフ型圧電素子の各先端により反射ミラーを支持し、この反射ミラーによって光ビームを反射する如く設けた圧電式アクチュエータを備えたことを特徴としている。

(作用)

このような手段を講じたことにより、比較的大きな変位量が容易に得られると共に、バイモルフ型圧電素子の変位力が反射ミラーを駆動するのに丁度適した大きさのものとなる。また積層型圧電素子を使用する場合のような積層工程は全く不要であり、かつ並列接続工程も著しく簡単化することになる。

(実施例)

第1図(a)～(c)は本発明の一実施例の主

要部の構成を示す図で、(a) は光ビーム偏向器における圧電式アクチュエータの斜視図であり、(b) は上記圧電式アクチュエータを真上からみた平面図であり、(c) は上記圧電式アクチュエータを真横からみた側面図である。

第1図 (a) ~ (c) において、10はSUSやチタンなどの金属、アクリルやエポキシなどの樹脂、電化けい素やアルミナなどのセラミックス、等で形成された内径15μm、外径25μmの円環状をなす基台であり、その一側面上には3個の突起部11~13が設けられている。なお基台10を非導電性部材にて形成した場合には、その表面にメッキ等の手段により導電性被膜を形成し、少なくとも一部に導電部を備えたものとなる。突起部11~13にはバイモルフ型圧電素子21~23の各基端がたとえばエポキシ樹脂等の接着剤により接着固定されている。バイモルフ型圧電素子21~23は円弧状をしており、各先端部位が前記基台10の円周方向に沿って延長され、かつ先端が基台10の一側面に対して接離する方向

接続し、非接合面側の各電極板64、65を短絡して前記端子44に相当する端子T2に接続している。(b) は直列構造のバイモルフ型圧電素子70の構造を示す図である。このバイモルフ型圧電素子70は一対の圧電セラミックス71、72を矢印で示すように分極方向が反対となるように接合し、非接合面側の一方の電極板74を前記端子41~43に相当する端子T1に接続し、他方の電極板75を前記端子44に相当する端子T2に接続している。なお機械的強度を確保するため、実際には圧電セラミックス61、62の間および71、72の間に薄い金属板のような補強材を挟み込む場合が多い。上記以外にも、圧電セラミックスと、金属やプラスチックなどの非圧電セラミックスとを一体に接合し、圧電セラミックスの両側の電極板を端子T1、T2に接続した構造のものもある。

第2図 (a) に示す並列構造のバイモルフ型圧電素子60と、同図 (b) に示す直列構造のバイモルフ型圧電素子70とを比較すると、電圧を印

へ変位可能な如く設けられている。バイモルフ型圧電素子21~23の各一方の電極板はリード線31~33を介して端子41~43にそれぞれ接続されており、各他方の電極板は基台10の導電部に接続されている。そして上記導電部はリード線34を介して端子44に接続されている。50は正三角形をなす光ビーム反射用の反射ミラーであり、三つの角部51~53がバイモルフ型圧電素子21~23の各先端部にて支持されている。なお角部51~53とバイモルフ型圧電素子21の先端部とは、かたく結合固定されているのではなく、例えばシリコーンゴムなどのフレキシブルな部材を介して結合されている。

第2図 (a) (b) はバイモルフ型圧電素子21~23の構造例を示す側面図である。(a) は並列構造のバイモルフ型圧電素子60を示す図である。このバイモルフ型圧電素子60は圧電セラミックス61、62を分極方向が矢印で示すように同一方向を向くように接合し、接合面の電極板63を前記端子41~43に相当する端子T1に

加することにより大きな変位置を得る場合には (a) の方が適している。したがって本実施例における以下の説明では (a) を用いた場合を想定して説明する。

上記バイモルフ型圧電素子60の変位置 $\Delta x$ および発生する変位力 $\Delta F$ は、

$$\Delta x = 3\ell^2 \cdot d_{31} \cdot V / t^2 \quad \dots (1)$$

$$\Delta F = 36t \cdot V d_{31} \cdot E / 4\ell \quad \dots (2)$$

ただし、E: ヤング率、 $\ell$ : バイモルフ型圧電素子の長さ、t: バイモルフ型圧電素子の厚みである。

比較のために積層型圧電素子の変位置 $\Delta x$ および発生する変位力 $\Delta F$ を示すと、

$$\Delta x = n \cdot d_{33} \cdot V \quad \dots (3)$$

$$\Delta F = S \cdot E \cdot \Delta \ell / \ell \quad \dots (4)$$

ただし、 $\Delta \ell$ : 積層型圧電素子の変位置、である。

上記 (1) 式と (3) 式の比較から分るように、積層型圧電素子の変位は寸法形状とは無関係であるのに対し、バイモルフ型圧電素子の変位は寸法

(長さ $\ell$ 、厚み $t$ ) の大きさに依存している。したがってバイモルフ型圧電素子の場合は形状如何により比較的大きな変位を得ることが可能となる。例えば長さ $\ell$ を長くし、厚み $t$ を薄くすれば、変位 $\Delta x$ を大きくすることができる。ただしこのようにした場合には、(2)式から分るように、発生する変位力 $\Delta F$ は小さくなる。したがって、上記変位力 $\Delta F$ が第1図に示す反射ミラー50を駆動するのに支障がない大きさを有する範囲で、変位量 $\Delta x$ が最大となるように、バイモルフ型圧電素子60の寸法形状を設定すればよい。

このように構成された本実施例によれば、第1図(a)～(c)に示す各バイモルフ型圧電素子21～23に、例えばバイモルフ型圧電素子21には電圧を印加せず、バイモルフ型圧電素子22には+100[V]、バイモルフ型圧電素子23には-100[V]なる電圧を印加すると、バイモルフ型圧電素子22、23にはそれぞれ約200μradの変位が逆方向に生じる。その結果、反射ミラー50は第1図(b)の破線部分を軸として

弧状のものを示したが、必ずしも円弧状のものに限られるものではなく、直線状のものであってもよい。またバイモルフ型圧電素子の個数は3個に限られるものではなく、2個あるいは4個以上であってもよく、要は複数個であればよい。さらに反射ミラーの支持手段等においては、適宜変更して実施可能である。このほか本発明の要旨をえない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

#### (発明の効果)

本発明の光ビーム偏向器は、基台上にバイモルフ型圧電素子の各基端を固定し、これらのバイモルフ型圧電素子の各先端が前記基台に対して接觸する方向へ変位可能な如く設け、これらのバイモルフ型圧電素子の各先端により反射ミラーを支持し、この反射ミラーによって光ビームを反射する如く設けた圧電式アクチュエータを備えたことを特徴としている。

したがって本発明によれば、比較的大きな変位量が容易に得られると共に、バイモルフ型圧電素

子の駆動し、同図(c)に示すように、θなる傾きを生じる。その結果、2θなる角度に相当する偏向角20[m. rad]が得られる。この点、積層型圧電素子の場合には500[V<sub>p-p</sub>]の電圧を印加したとき、5.6[m. rad]程度の偏向角が得られるに過ぎなかつたのに比べると、偏向角が大幅に改善されたことになる。

ところで本実施例においては、バイモルフ型圧電素子21～23が円弧状をなしているので、同じバイモルフ長 $\ell$ を確保する場合において、直線状のバイモルフ型圧電素子を用いる場合に比べて全体を小型に形成できる利点がある。さらに3個のバイモルフ型圧電素子21～23により反射ミラー50を三点支持するようにしているので、反射ミラー支持を安定的に行ない得、高精度な電圧印加を行なわなくとも、反射ミラー50に歪みを生じさせずに済み、しかも全ての方向に対しての偏向を容易に行なえる利点がある。

なお本発明は、前記一実施例に限定されるものではない。例えばバイモルフ型圧電素子として円

子の変位力が反射ミラーを駆動するのに丁度適した大きさのものとなる。また積層型圧電素子を使用する場合のような積層工程は全く不要であり、かつ並列接続工程も著しく簡単化することになる。その結果、大きな偏向角が得られ、無駆のない駆動制御を行ない得、しかも低コストで製作可能な圧電式アクチュエータを備えた光ビーム偏向器を提供することができる。

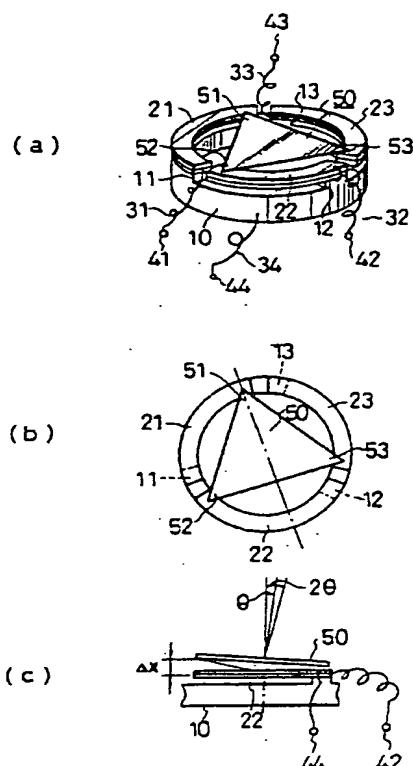
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a) (b) (c) は本発明の一実施例における主要部の構成を示す図、第2図(a) (b) は同実施例のバイモルフ型圧電素子の構造例を示す側面図、第3図は従来例の構成を示す斜視図、第4図および第5図は従来例の問題点を説明するための特性図である。

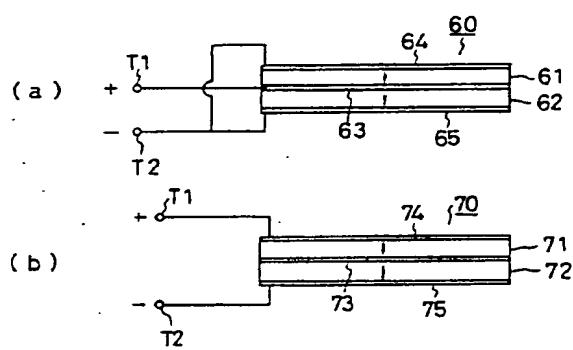
1…基台、2a～2d…積層型圧電素子、3…反射ミラー、3a～3d…脚部、10…基台、11～13…突起部、21～23…バイモルフ型圧電素子、31～34…ワード線、41～44…端子、50…反射ミラー、51～53…角部、

— 60 … 並列構造のバイモルフ型圧電素子、70 … 直列構造のバイモルフ型圧電素子、61, 62 および 71, 72 … 圧電セラミックス、63 ~ 65 および 73 ~ 75 … 電極板、T1, T2 … 端子。

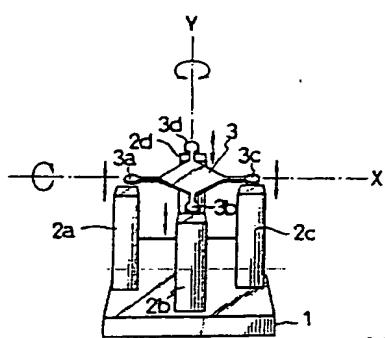
出願人代理人 弁理士 坪井 浩



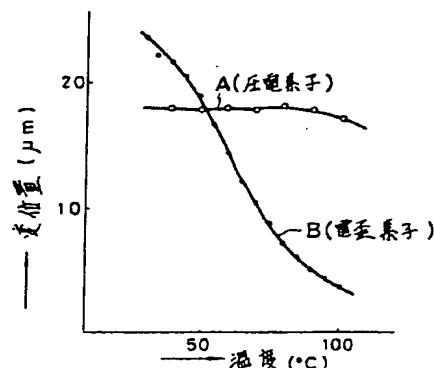
第 1 図



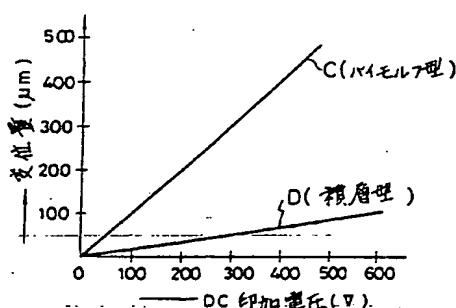
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図